Über die Entwicklung der Blüten und Frucht bei den Platanen

von

Selmar Schoenland.

(Mit Tafel VI.)

(Von der philos. Facultät in Kiel mit dem Schassi'schen Preise gekrönte Arbeit.)

A. Einleitung.

Die einzigen Botaniker, die bis jetzt ausführlich nach eigenen Untersuchungen die Blütenverhältnisse der Platanen geschildert haben, sind Clarke [1]) und Baillon [2]). Allenfalls wären noch Le Maout und Decaisne [3]) zu erwähnen, die jedoch zu ähnlichen Resultaten wie Clarke kamen, vielleicht von vornherein durch dessen Ergebnisse beeinflusst.

Alle andern Forscher, welche diese Pflanzenfamilie in ihren Werken berücksichtigt haben, haben sich meines Wissens mehr oder weniger direct im Wesentlichen an die Untersuchungen der beiden zuerst erwähnten Autoren angelehnt. Eichler [4]), welcher versuchte, in der Anordnung der Blütentheile ein bestimmtes Gesetz zu finden, konnte zu keinem Resultate kommen. Von dem Grunde, der dabei vorlag und der auch die Untersuchungen der ersterwähnten Forscher verschieden ausfallen, resp. sie mehr oder weniger scheitern ließ, soll unten noch die Rede sein. Er beruht hauptsächlich darin, dass sie ihre Untersuchungen nicht zur richtigen Zeit anstellten.

Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen sind bis jetzt wohl weder bei der Blüte noch bei der Frucht gemacht worden.

Natürlich war es für mich von vornherein wesentlich zu bestimmen, ob die Angaben Clarke's oder Baillon's, die nur sehr schwer mit einander

1) On the structure and affinities of Myricaceae, Plataneae etc. in The Annals and Magazine of Natural History. Vol. I, 3. series 1858.

2) Baillon, Hist. des plantes III. p. 401 ff. 1872.

3) Le Maout et Decaisne, Traité général de Botanique 1868.

4) Eichler, Blütendiagramme II, p. 66.

in Einklang zu bringen sind, richtig sind, ich will daher vorerst kurz auf den Bau der fertigen Blüten etwas näher eingehen.

Wie bekannt, wird die Familie der Platanen von der Gattung Platanus allein gebildet, die wiederum nur wenige einander sehr nahe stehende Arten aufweist. Die Untersuchungen wurden daher meist nur an Platanus occidentalis L. angestellt; jedoch habe ich nicht unterlassen bei einzelnen Stadien der Entwicklung die gewonnenen Ergebnisse an Platanus orientalis L. und Platanus orientalis var. acerifolia Ait. zu prüfen. Beide zeigten keine wesentlichen Unterschiede von der ersteren Art.

B. Die Inflorescenz und die Blüten im ausgebildeten Zustande.

Die beste Zeit zur Untersuchung der ausgebildeten Blüten ist, wenn die Antheren eben anfangen auszustäuben [1]. Vor dieser Periode ist die Untersuchung ungeheuer schwierig, nach ihr dagegen vertrocknen die männlichen Blüten vollständig und werden zur Untersuchung ungeeignet, aber auch die weiblichen Blüten verlieren alsdann einen Theil ihrer Organe sehr rasch. Außerdem entwickelt sich an den Carpellen nach der Befruchtung ein reicher Haarwuchs, der dem Pappus der Compositen sehr ähnlich ist, so dass es kein Wunder ist, wenn selbst hervorragende Botaniker angeben, dass das »Perigon« der Platanen auf haarähnliche Schuppen zwischen den verschiedene Blüten repräsentirenden Geschlechtstheilen reducirt ist [2].

Vor der Präparation der einzelnen Blüten habe ich dieselben stets in Alkohol gehärtet und sie dann etwas mit Glycerin befeuchtet. Ohne diese Vorsichtsmaßregeln ist eine Isolirung derselben sehr schwer auszuführen. Ebenso gelingt ohne dies eine weitere nothwendige Operation nicht. Ich musste nämlich stets die fast senkrecht stehenden, ziemlich dicht an einander gepressten Blütentheile von oben her flach ausbreiten, um eine Einsicht in ihre Stellungsverhältnisse zu gewinnen. Bei den in Alkohol gehärteten männlichen Blüten habe ich häufig einfach die Antheren bis auf die kurzen Filamente weggeschnitten. Wenn ich sie alsdann eintrocknen ließ, so waren die Stellungsverhältnisse ihrer Theile zuweilen deutlich.

Die Blüten stehen in dichten Köpfchen, die am Grunde in der Jugend mit einer Anzahl Deckblätter versehen sind. Wie bei den Compositen und ähnlichen Pflanzenfamilien scheint auch hier dieses Hochblattinvolucrum die physiologische Rolle des Kelches, der, wie wir sehen werden, nur schwach ausgebildet ist, übernommen zu haben.

Die Köpfchen sind im fertigen Zustande ährig angeordnet. Sowohl

1) In Kiel im Jahre 1882 die zweite Hälfte des Mai.

2) J. Sachs, Lehrbuch der Botanik 4. Aufl. p. 621.

die Köpfchen als auch die Gesammtinflorescenzen sind diklin, die Bäume selbst meist monöcisch. Nicht selten kommen Inflorescenzen vor, welche scheinbar hermaphroditisch sind. Wirkliche Zwitterblüten, also Blüten, in denen gewisse Organe reifen, befruchtungsfähigen Pollen erzeugen und andere befruchtungsfähige Eichen hervorbringen, fehlen jedoch oder sind zum Mindesten sehr selten. Meist sind in solchen Blüten die Antheren verbildet, nicht selten die Carpelle, zuweilen beiderlei Organe.

Deck- und Vorblätter fehlen den einzelnen Blüten, ein Umstand, der auch bei anderen Pflanzenfamilien, z. B. den Araceen und vielen Cruciferen vorkommt, deren Blüten in großer Anzahl und dicht gedrängt ziemlich simultan entstehen.

Die Lage der Blüte zur Abstammungsaxe konnte nicht bestimmt werden.

Die Blüten sind perigyn; sie besitzen fast stets zwei regelmäßig abwechselnde charakteristisch verschiedene Kreise von Hüllblättern, die sonstigen Theile derselben mögen noch so verschieden ausgebildet sein. Ich nehme daher keinen Anstand den äußeren als Kelch, den inneren als Blumenkrone zu bezeichnen.

Der Kelch besteht aus kleinen, an der Spitze mit Haaren dicht besetzten, schuppenartigen, dünnen Blättchen, die meist an der Basis verwachsen sind. Die Form der Kelchzipfel variirt nicht unbeträchtlich. Meist haben sie die Gestalt eines mehr oder weniger zugespitzten Dreiecks. Es kommen aber auch alle möglichen Übergänge bis zu fast rechteckigen Formen vor, deren längere Seiten die Basis und die ihr gegenüberliegende Seite bilden. In letzterem Falle berühren sich die Kelchzipfel fast vollkommen.

Die Petala dagegen stellen stets kleine, dickere, häufig schwach gestaltete Blattgebilde ohne Haarbesatz dar, und variiren ebenfalls in ihrer Form.

Die erwähnten Kreise sind 3—6gliedrig (vielleicht auch bis 8gliedrig) (Fig. 3 *a*—*d*). Die Zahlenverhältnisse können in ein und derselben Inflorescenz inconstant sein. Sehr häufig ist die Vierzahl, die bei den rein männlichen Blüten stets vorherrscht. Zweizählige Blüten, welche von verschiedenen Autoren angegeben werden, habe ich nicht auffinden können.

Mit den Blumenblättern wechseln in den männlichen 3- und 4gliedrigen Blüten die Antheren ab (Fig. 2), welche intrors zu sein scheinen. Eine genaue Entscheidung war jedoch darüber nicht zu treffen, da eine dorsale und eine ventrale Seite an ihnen fast gar nicht zu unterscheiden ist und da außerdem der dichte Stand der Antheren, sowie auch die ihnen eigenthümliche unten näher zu beschreibende Kappe der Beobachtung sehr hindernd entgegen treten.

In den weiblichen Blüten sind den Petalen die Carpelle superponirt, die also in den scheinbar hermaphroditischen mit den Antheren, resp. deren morphologischen Äquivalenten abwechseln müssen; allein dieses ist

nicht immer der Fall. Man sieht gar nicht selten (Fig. 3 *d*) die Carpelle direct vor den Antheren, resp. Staminodien stehen. Diese merkwürdige Thatsache kann nur durch die Entwicklungsgeschichte ihre Erklärung finden. Es fragt sich nämlich, ob dieses eigenthümliche Stellungsverhältniss ein ursprüngliches oder ob es durch nachträgliche Verschiebungen aus dem angeführten vollkommen regelmäßigen entstanden ist. Wir werden sehen, dass in solchen Fällen die Erklärung durch das Auftreten mehrerer Kreise von Carpellen in jugendlichen Stadien gegeben ist, wodurch es theoretisch erlaubt wird, auch für die übrigen Theile der Blüte ein Auftreten in mehreren, abwechselnden Kreisen anzunehmen, obgleich dieses thatsächlich nicht zu bemerken ist (Fig. 4 *d*). Danach würden in dem Fig. 3*d* dargestellten Fall Kelch, Blumenkrone und Androeceum auch aus je 2 Kreisen gebildet anzusehen sein.

In den angeführten Fällen, wo außerdem die verschiedenen Organe der Blüte in gleicher Anzahl auftreten, war die Erklärung der empirisch gewonnenen Diagramme mehr oder weniger leicht; allein durch den dichten Stand der Blüten werden häufig alle möglichen Fälle von Verschiebungen, Unterdrückungen und Verkümmerungen der Organe hervorgebracht, so dass man bei manchen Blüten absolut nichts Sicheres über die Stellungsverhältnisse aussagen kann.

Dadurch ist es nun aber möglich, einen Anknüpfungspunkt mit den Angaben von Clarke und Baillon, die von einer nicht selten vorkommenden, so vollständigen Regelmäßigkeit in der Anordnung der Blütentheile, wie ich sie beschrieben habe, Nichts anführen, zu gewinnen.

Bei den von mir als Kelchblätter bezeichneten Gebilden hat nämlich schon Baillon eine vollständig regelmäßige Beziehung zu den Geschlechtsorganen erkannt; eine solche konnte er bei den Blumenblättern nicht finden. Er nannte daher die letzteren, indem er auf die vorigen Bezug nahm, »des organes plus intérieures«, ohne sich auf eine Deutung derselben einzulassen. Clarke hatte dagegen schon lange vorher gerade bei diesen eine solche gefunden. Er bezeichnet sie daher mit dem Namen »sepals« und hält die Kelchblätter für Brakteen, weil er wiederum meistens in den Blüten nur wenige von diesen Organen vorfand.

Beide Forscher führen nun noch für viele weibliche Blüten Gebilde an, welche innerhalb der Blumenblätter stehen und welche sie schon nach äußeren Analogien als Staminodien in Anspruch nehmen. Diese Annahme habe ich durch meine Untersuchungen bestätigt gefunden. Sie sind in den weiblichen Blüten fast stets in verschiedenster Ausbildung vorhanden; jedoch verwechselt man sie leicht mit den Blumenblättern, da sie nicht selten blattartig ausgebildet sind. Der Beweis für die Richtigkeit der Annahme kann einfach dadurch geführt werden, dass diese Gebilde gegenüber den Kelch- und Blumenblättern die gleichen Stellungsverhältnisse zeigen, wie die Staubblätter in den gleichzähligen normalen männlichen

Blüten. Außerdem besitzen diese Gebilde meist mehr oder weniger entwickelte Loculamente, wodurch sie sich auch durch das Aussehen den normalen Antheren nähern. Merkwürdigerweise haben jedoch beide Autoren übersehen, dass sich nicht selten in den männlichen Blüten kleine, kegelförmige Gebilde finden, welche man ebenfalls schon nach ganz äußeren Analogien als nicht zur vollständigen Entwicklung gelangte Carpelle ansehen kann, da auch hier alle möglichen Übergänge zu den normalen Organen vorkommen. Der stricte Beweis für die Richtigkeit der Annahme lässt sich wie bei den Staminodien aus den Stellungsverhältnissen dieser Organe verglichen mit denen der normalen Carpelle in den rein weiblichen Blüten führen.

Man hat also zu unterscheiden: Rein männliche und rein weibliche Blüten, ferner männliche Blüten mit reducirten Carpellen und weibliche mit Staminodien, endlich noch solche, wo sowohl die Antheren als auch die Carpelle verbildet sind.

Clarke hat übrigens eine ziemlich gute Abbildung einer vollständigen tetrameren ☿ Blüte gegeben, die meiner Beschreibung vollständig entspricht. Bei vorurtheilsfreier Betrachtung sieht man an derselben deutlich die vier mit den Blumenblättern abwechselnden Kelchblätter (seine Brakteen). Seine Darstellung einer weiblichen Blüte leidet jedoch offenbar an dem Mangel, dass sie ein Entwicklungsstadium giebt, in welchem die Blüte einen Theil ihrer Organe schon wieder verloren hatte. Die Angabe Clarke's, dass bei weiblichen Blüten von Platanus orientalis der Kelch (resp. »die Brakteen«) zuweilen fehlen soll, ist jedenfalls unrichtig, da derselbe häufig auch bei Platanus occidentalis so fest an die Blüte angedrückt ist, dass er ohne Abtrennung von derselben nicht zu erkennen ist und da ich ihn außerdem bei jungen Blüten von Pl. orientalis stets nachweisen konnte. Ältere habe ich leider in passenden Stadien nicht untersucht.

Keiner der Autoren erwähnt übrigens, dass der Kelch an der Basis häufig mehr oder weniger verwachsenblättrig ist. Hätte Clarke diese Thatsache gekannt, so hätte er es wohl sofort aufgegeben, die in Frage stehenden Blattgebilde bloß als Brakteen zu bezeichnen.

C. Entwicklung der Blüten.

Untersucht man im Laufe des Spätsommers den Grund der Laubblätter, indem man dieselben vorsichtig an ihrer Insertionsstelle abhebt, so bemerkt man unter der im ausgebildeten Zustande scheinbar conisch verdickten, in Wirklichkeit nur verbreiterten und zu einem Hohlkegel zusammengewachsenen Basis des Blattstiels eine Anlage von jungen Organen, welche sich bei näherer Untersuchung als eine junge Laub- oder Blütenknospe ausweist. Erstere bietet weiter nichts Bemerkenswerthes dar, als dass, wie bekannt ist, die Stipeln der Laubblätter tutenförmig verwachsen.

Die meisten Knospen, welche sich an der Peripherie der Baumkrone finden, enthalten eine Inflorescenz. Eine solche Knospe wird aus 3 in einander steckenden, mehrfach schwach gefalteten Hochblättern gebildet, in deren Mitte sich die 2—3, selten 4 Blütenköpfchen tragende Hauptaxe der Inflorescenz erhebt. Der Blütenstand ist als ein zusammengesetzt racemöser zu bezeichnen. Die Seitenzweige erster Ordnung, welche von einem Deckblatt gestützt sind und deren 1—3 auftreten können, tragen, wie auch die Hauptaxe an ihrer Spitze das mehrfach erwähnte Köpfchen, welches nicht näher zu analysiren ist[1]).

Die Hauptaxe der Inflorescenz verlängert sich im Laufe der Blütenentwicklung nicht unbeträchtlich. Ohne dass sie gerade eine bedeutende Dicke annimmt, erstarken ihre Gefäßbündel, wenigstens in den weiblichen Inflorescenzen, während sie in den männlichen Inflorescenzen nach der Ausstäubung der Antheren mit den Letzteren vertrocknen. Wenn die Früchte reif sind, so wird die Axe macerirt, und meist bleiben nur die zähen Fibrovasalstränge zurück, welche die Köpfchen bis zum nächsten Frühjahr tragen.

Die Nebenaxen der Inflorescenzen stellen ihr Wachsthum sehr frühe ein. Ja durch das allseitige Wachsthum der Blütenköpfchen werden sie umwölbt, das Köpfchen wird scheinbar sitzend, der Blütenstand ein ähriger.

Die ersten Anlagen der Inflorescenzen für das nächste Jahr finden sich etwa Anfang Juni, also ein volles Jahr vor ihrer definitiven Ausbildung.

Eine vollständige Isolirung der einzelnen jungen Blüten ist möglich und von mir verschiedentlich ausgeführt; allein die Vortheile, die man dabei gewinnt, sind sehr problematischer Natur, da bei der Präparation wegen des dichten Standes der Blüten leicht Theile einer solchen zerstört werden, wodurch natürlich zahlreiche Irrthümer veranlasst werden.

Ich habe daher meist vorgezogen, von den in Alkohol gehärteten Köpfchen dünne Segmente zu schneiden und dieselben dann in Glycerin mit auffallendem und durchfallendem Lichte zu beobachten. Sehr störend ist hierbei der dichte Haarbesatz der Deckblätter der Köpfchen, sowie auch der Kelchblätter, so dass man über letztere wie auch über die durch sie verdeckten Blumenblätter mit Hülfe dieser Methode meist nichts Sicheres aussagen kann, besonders da sich zwischen den einzelnen Blüten noch ziemlich lange Haare von unbestimmter Anordnung finden, die übrigens mit den an den Früchten entstehenden pappusähnlichen Haaren Nichts zu thun haben. Bei den männlichen und scheinbar hermaphroditischen Blüten hilft diese Methode überhaupt Nichts, da hier der dichte Haarbesatz der Antherenkappe resp. der Staminodien jede Beobachtung unmöglich macht.

1) Nach EICHLER soll neben dem obersten Köpfchen »die Ährenspindel« verkümmern und dieses dadurch pseudoterminal werden. Dies ist im Allgemeinen nicht der Fall. Wo es jedoch vorkommt, verkümmert auch ein wirklich terminales, die Hauptaxe der Inflorescenz abschließendes Köpfchen.

Bei diesen musste ich mich darauf beschränken, Längsschnitte durch die Blüten zu machen, und obwohl ich mir bewusst bin, dass man Resultate, welche so gewonnen werden, nur sehr vorsichtig verwerthen darf, da man die Schnitte nicht nach Willkür dirigiren kann, so glaube ich doch aus ihnen richtige Schlüsse gezogen zu haben, da dieselben mit den sonst gefundenen Thatsachen in voller Übereinstimmung stehen.

Die Blüten entstehen ziemlich simultan, so dass über ihre Entstehungsfolge nichts Sicheres auszusagen ist. Nur in einem einzigen Falle hatte es den Anschein, als ob sie in centripetaler Folge entstanden wären. Ich will dieses nur angeführt haben, ohne jedoch daran die Folgerung zu knüpfen, dass dieses Verhalten allgemein ist. Die Inflorescenzen besitzen also fast stets Blüten in ein und demselben Entwicklungsstadium, was natürlich die Untersuchung wesentlich erschwert.

Die Deckblätter, welche die Köpfchen stützen, entstehen zuerst.

Als nächste Bildung erscheint bei allen Blüten der Kelch in Gestalt von einzelnen Höckern (Fig. 6*s*) in der Anzahl, in der später die entwickelten Kelchblätter vorhanden sind. Dieselben sind von vornherein in der Breite sehr verschieden, ja oft schließen sie zu einem Ringwall zusammen; auf Längsschnitten durch die Blüten bekommt man dann stets auch Schnitte durch den Kelch (Fig. 5*a* u. *b*). Aus den verschiedenen Anlagen des Kelchs erklärt sich theilweise die schon besprochene Verschiedenheit in Größe und Form der ausgebildeten Kelchblätter. Schon sehr früh findet man die Anlagen des Kelches von Haaren besetzt, wodurch sie sich ohne Weiteres charakteristisch von den Blumenblättern unterscheiden. Ihr Wachsthum findet hauptsächlich in der Höhe und Breite, dagegen fast gar nicht in der Dicke statt, wodurch sie ihren häutigen Charakter erhalten.

Auf die Anlage der Kelchblätter folgt in den männlichen Blüten die Anlage der Antheren, in den weiblichen die Anlage der Carpelle, erstere vor ihnen, letztere mit ihnen abwechselnd.

Erst viel später findet man, und zwar im Anfange nur sehr schwierig die Anlagen der Blumenblätter, welche ebenfalls wie die der Antheren und Carpelle stumpfe Höcker darstellen (Fig. 6*p*). Sie verweilen sehr lange in einem rudimentären Zustande, aus welchem sie erst kurz vor der Reife des Pollens sich fast plötzlich zu ihrer definitiven Ausbildung entwickeln.

Sowohl die Kelch- als auch die Blumenblätter sind stets wegen ihrer geringen Breite ohne gegenseitige Deckung.

In den männlichen Blüten mit reducirten Carpellen werden letztere erst zu einer Zeit angelegt, wo die Carpelle in normalen weiblichen Blüten schon eine ziemlich starke Ausbildung erfahren haben (Fig. 4). Die erste Anlage derselben ist also stets rein eingeschlechtlich. Es hat diese späte Anlage nichts Auffälliges an sich, da sehr häufig Organe, die zum Schwinden geneigt sind, schon in ihrer Anlage eine meist dem Grade des Schwin-

dens proportionale Verspätung erfahren[1]). Dasselbe gilt vielleicht auch von den Blumenblättern.

Bei den mit Staminodien versehenen weiblichen Blüten lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, ob das Verhältniss dort ein ähnliches ist. Wahrscheinlich ist übrigens, dass die Staminodien zuerst angelegt werden und kurze Zeit darauf die Carpelle sich entwickeln. Ich schließe dies daraus, dass die Antheren im Allgemeinen früher angelegt werden wie die Carpelle und dass die Staminodien, soweit sie mit jenen übereinstimmende Merkmale besitzen, mit ihnen zu einer gegebenen Zeit auf fast genau derselben Entwicklungsstufe stehen.

Ich constatire übrigens ausdrücklich, dass den Anlagen der männlichen Blüten stets die Anlagen von Carpellen ursprünglich fehlen und dass ferner auch nicht selten jugendliche Stadien von weiblichen Blüten nur Carpelle enthalten. Die Anlagen der Blüten sind also zu einem großen Theile rein eingeschlechtlich. Eine nachträgliche Verkümmerung von zwittrig angelegten Blüten zu eingeschlechtlichen findet im Allgemeinen nicht statt. Nur in gewissem Sinne kann man dies von den Blüten behaupten, welche normale Carpelle und Staminodien enthalten; denn dort geschieht, wie es scheint, die Anlage der letzteren wie bei den normalen Antheren. Es treten jedoch sehr bald charakteristische Unterschiede auf, von denen unten noch die Rede sein soll.

Nichtsdestoweniger darf man wohl als ziemlich sicher annehmen, dass Platanus den reducirten Typus einer ursprünglich hermaphroditischen Grundform darstellt; jedoch will ich diesen Punkt nur berührt haben, ohne zu versuchen, ihn genügend zu begründen.

Es dürfte hier vielleicht auch der passende Ort sein, nochmals auf die eingangs angeregte Frage zurückzukommen, wie die Superposition der Antheren, resp. Staminodien und Carpelle, resp. der reducirten Carpelle zu Stande kommt. Derartige Fälle habe ich bei trimeren bis pentameren Blüten nicht sicher constatiren können; bei hexameren waren sie jedoch nicht selten und die Erklärung wird, wie erwähnt, durch das Vorkommen mehrerer Carpellkreise, die mit einander abwechseln, gegeben (Fig. 4). Meist sind es deren 2 trimere; jedoch habe ich auch Andeutung eines dritten durch ein siebentes, am weitesten nach außen stehendes Carpell gefunden. Mehrere Kreise von Antheren und Perianthblättern sind nicht zu unterscheiden.

Die Weiterentwicklung der Antheren geschieht, wenn der Ausdruck erlaubt ist, in ziemlich normaler Weise. Die anfangs fast kugelförmigen Anlagen derselben (Fig. 6), die sich von den Anlagen der Carpelle ebenso wie die Kelche von den Blumenblättern sofort durch einen Haarbesatz auf der oberen Seite unterscheiden, wachsen bald in der Länge und Breite

---

1) S. Eichler, Blütendiagramme I, p. 263.

stärker als in der Dicke (also in der radiären Richtung der Blüte) und nehmen dadurch eine etwas flachere Gestalt an. Das ursprünglich homogene Gewebe derselben differenzirt sich sehr bald. Auf Längsschnitten durch ein Staubblatt sieht man alsdann in der Mitte das stark entwickelte Connectiv, welches sich oberwärts nach allen Seiten hin ausbreitet und dadurch die erwähnte, die Pollensäcke überdeckende Kappe bildet (Fig. 4*k*). Die Pollensäcke sind schon sehr frühe in ziemlicher Mächtigkeit entwickelt. Wie man aus Querschnitten sieht, bildet sich der Pollen in 4 Loculamenten aus (Fig. 7). Schon sehr frühe zeigen sich die Umrisse derselben. Auch die sie umgebenden drei Periblemschichten sind schon so früh differenzirt, dass mir ihre Zurückführung auf eine einzige unmöglich war. Selbst bei den jüngsten untersuchten Stadien waren die Verhältnisse nicht eindeutig. In den beiden äußeren Periblemschichten habe ich nicht selten nachträgliche tangentiale Theilungen einzelner Zellen beobachtet. Bei der innersten dagegen, der Tapetenschicht, deren Zellen sich bald durch beträchtlichere Größe und reicheren Inhalt auszeichnen, habe ich ein solches Verhalten, welches bei anderen Pflanzen nicht selten ist, nicht gefunden.

Die von mir verfolgte Entwicklung des Pollens zeigt nichts besonders Bemerkenswerthes.

Der Pollen ist nahezu kugelförmig und hat einen Durchmesser von 16—20 μ. Erst wenn die Tetradenbildung begonnen hat, fängt das im ausgebildeten Zustande auch nur kurze, bis dahin aber kaum sichtbare Filament an sich zu strecken.

Mit der Ausbildung des Pollens läuft eine Umbildung der Periblemschichten parallel und zwar eine Rückbildung der beiden innersten und eine Weiterbildung der äußeren. Den Anfang macht die mittelste, die immer mehr zurücktritt, je stärker sich die umliegenden Schichten vergrößern. Kurz nach der Isolirung der Pollentetraden wird sie vollständig resorbirt. Ein gleiches Schicksal trifft nicht lange Zeit darauf die innerste Periblemschicht, die mächtig entwickelte Tapetenschicht, so dass zur Zeit der Reife des Pollens letzterer nur noch von der Epidermis und der äußersten Periblemschicht umgeben ist. Die Zellen der letzteren verlängern sich in radialer Richtung, wodurch die Schicht das Aussehen einer normalen fibrösen Schicht erhält, die jedenfalls auch hier die bekannte Function beim Öffnen der Antheren hat, durch Aufnahme von Wasser die Loculamente zu sprengen und dem Pollen einen Ausgang zu gewähren. Die Loculamente springen dabei in je einem Längsriss an der Stelle auf, wo sich die zu derselben Antherenhälfte gehörigen berühren.

Ich habe auch nicht versäumt, die Staminodien auf ihr Verhalten, die Pollenbildung betreffend, zu prüfen, da sie häufig, wie schon erwähnt, mehr oder weniger stark entwickelte Loculamente haben. Ich habe jedoch in keinem Falle, mochte die Ähnlichkeit mit den normalen Antheren noch so groß sein, gefunden, dass sie reifen Pollen entwickelten. Die Pollen-

urmutterzellen entwickeln sich nicht weiter als bis zur Theilung in die Pollenmutterzellen; diese kommen nie zur Tetradenbildung.

Zu bemerken ist übrigens, dass die Staminodien noch lange nach der eingetretenen Befruchtung der Carpelle eine saftige Beschaffenheit und ihr früheres Aussehen behalten, während die Antheren sofort nach der Befruchtung vertrocknen.

In jugendlichen Stadien gleichen die Staminodien vollständig den eigentlichen Staubblättern. Häufig besitzen sie keine Spur von Loculamenten, selten sind alle vier vorhanden. Ihre Pollensäcke sind auch äußerlich gleich als rudimentäre zu erkennen, da sie gegenüber den normalen eine geringere Länge besitzen. Während die Pollensäcke der normalen Antheren fast die Länge des ganzen Staubblattes haben, sind die Pollensäcke der Staminodien meist nur wenige Zellschichten lang.

Das Gewebe der rudimentären Pollensäcke durchläuft übrigens theilweise einen ähnlichen Entwicklungsgang wie das der normalen Organe. Es gliedert sich in Dermatogen, Periblem und Pollenurmutterzellen. Das Periblem zeigt die bekannten Theilungen. Die Tapetenschicht, sowie die mittlere Periblemschicht werden resorbirt. Die äußere Periblemschicht bildet sich zu einer fibrösen Schicht aus; allein stets bleibt der erwähnte wichtige Unterschied bestehen, dass keine Tetradenbildung eintritt. Die Pollenmutterzellen degeneriren entweder vollständig, die Zellwände verschwimmen in einander, ihr Inhalt nimmt ganz beliebige Formen an, oder sie runden sich ab, indem sie sich von einander trennen und stellen dann pollenartige Gebilde dar, die sich jedoch vom normalen Pollen deutlich unterscheiden. Sie sind ellipsoidisch, während der normale Pollen kuglig ist. Außerdem sind sie größer wie dieser. Ihr längerer Durchmesser beträgt etwa 30 μ, ihr kürzerer etwa 20 μ. Endlich zeigen sie auch keine Differenzirung in Intine und Exine. Ein anderer Theil der »Pollenmutterzellen« in den Staminodien theilt sich endlich häufig noch weiter und zwar durch tangentiale Wände. Diese Zellen trennen sich nicht von einander. Selbst ältere Stadien lassen übrigens noch deutlich die einzelnen Pollenmutterzellen erkennen.

Ein Aufspringen der Loculamente der Staminodien habe ich nicht beobachtet, obgleich es nicht unwahrscheinlich ist, dass ein solches stattfindet, da ja die Möglichkeit dazu durch das Vorhandensein der fibrösen Schicht gegeben ist.

In den scheinbar hermaphroditischen Blüten sind übrigens die Carpelle anfangs deutlich etwas höher inserirt als die Staminodien. Durch nachträgliches Wachsthum des die Staminodien tragenden Gewebes entsteht jedoch ein ganz flaches schüsselförmiges Receptaculum, wie etwa bei vielen Spiraeaceen, in welchem die Carpelle stehen. Die Blüten sind also mit Recht als perigyn zu bezeichnen, wie es eingangs geschehen ist.

Die Carpelle treten, wenn wir die rein weiblichen Blüten in's Auge fassen, wie schon beiläufig erwähnt wurde, nach dem Erscheinen des Kelches als stumpfe Höcker auf und zwar jedenfalls succedan, da sämmtliche jüngere Stadien der Carpelle einer Blüte erhebliche Verschiedenheiten in Form und Ausbildung darbieten. In einem von mir beobachteten Falle, wo die Blüte 5 Carpellanlagen besaß, war eine Entstehung derselben in $^2/_5$ Divergenz nicht unwahrscheinlich (Fig. 9 *b*). Genaueres über diese Verhältnisse festzustellen, war nicht möglich, besonders da die Bestimmung der Lage der Blüte zu ihrer Abstammungsaxe nicht anging.

Die jungen Anlagen wachsen ungleichmäßig weiter und bekommen bald eine wurstförmige Gestalt (Fig. 9 *a*). Die concave Seite liegt nach innen und entspricht dem späteren Fruchtknoten. Durch vermehrtes Längenwachsthum strecken sich die Carpelle bald erheblich, im Allgemeinen ohne eine bedeutende Dicke einzunehmen und demgemäß, ohne sich zu berühren. Eine weiter unten zu besprechende Ausnahme, wo einzelne Fruchtknoten dimer werden, habe ich in jüngeren Stadien nicht auffinden können. Es entsteht also von vornherein ein polycarpisches Gynöceum. Die Ränder der Ovaranlage wachsen nach innen, sich immer näher kommend, bis sie sich endlich berühren und verschmelzen. Der obere Theil des Carpells verlängert sich alsdann um das Mehrfache seiner bisherigen Länge und bildet so den Griffel, der stets unverzweigt, fadenförmig bleibt und am Ende des Fruchtknotens seinen Platz behält. An seinem Ende sprossen besonders an der inneren Seite in großer Anzahl die Narbenpapillen hervor, die in einer flachen Furche ziemlich weit hinab laufen und zwar noch etwas über den ebenfalls ziemlich tief liegenden Anfang des Griffelcanals hinaus (Fig. 11). Kurz vor der Befruchtung rollt sich der obere Theil des Griffels nach außen etwas zusammen, wodurch natürlich die Aufnahme des Pollens wesentlich erleichtert wird.

Bemerken will ich übrigens, dass ich nicht selten auf der Narbe Pollenkörner gefunden habe, dass es mir aber nie gelungen ist, im Griffel oder im Ovarium mit Sicherheit Keimschläuche derselben nachzuweisen. Dieselben müssen übrigens eingedrungen sein, da ich, wie ich gleich vorausnehmen will, eine Entwicklung der Eizelle bis zu einem gewissen Punkte verfolgen konnte.

Von der eigentlichen Blütenentwicklung erübrigt nur noch, die Entstehung und Entwicklung des Eichens bis zu dem Zeitpunkt zu schildern, wo die Befruchtung eintritt, wo also die Fruchtentwicklung beginnt.

Das Eichen ist bauchständig, carpellbürtig und als hemianatrop zu bezeichnen. Die Carpelle bleiben stets einfächerig, selbst wenn der Fruchtknoten dimer wird. Im letzteren Falle finden sich in einem Fruchtknoten zwei Eichen. Dieser Fall ist jedoch streng von dem abzugrenzen, wo in einem monomeren Fruchtknoten zwei Eichen sich bilden. Letzterer ist häufig schon von früheren Autoren erwähnt, jedoch von ersterem nicht

unterschieden worden. Die beiden Eichen sind in einem solchen Fall ziemlich senkrecht über einander inserirt; ihre Entfernung scheint nicht constant zu sein. Sobald sie etwas entfernt von einander liegen, entwickeln sich beide ziemlich normal; treten sie jedoch nahe zusammen auf, so haben sie nicht Raum genug, um sich in normaler Weise ausbilden zu können und nehmen dann mehr oder weniger polygonale, durch den gegenseitigen Druck veranlasste Formen an. Zuweilen kommt es sogar vor, dass die äußeren Integumente etwas mit einander verwachsen. Übrigens haben die meisten Carpelle nur eine Eichenanlage.

Die jüngsten Anlagen der Eichen besitzen eine schwach rosarothe Färbung, die sich auch in geringem Grade auf das ursprünglich farblose Carpell überträgt. Diese Färbung verschwindet sehr bald; das Eichen wird farblos, während das Carpell vergrünt und erst kurz vor der Befruchtung eine dunkelrothe Farbe annimmt.

Trotzdem ich Zustände von Eichen untersucht habe, in denen die Integumente noch nicht angelegt waren, so war es mir doch nicht möglich, ein bestimmtes Bild von der Zellanordnung und dem Zellwachsthum dieser Organe in jugendlichem Zustande zu gewinnen, da sie schon sehr frühe aus mehreren kleinzelligen Schichten bestehen, die weder einen optischen Durchschnitt gestatten, noch erlauben, dass man durch sie sicher geführte Schnitte mit dem Messer macht. Derartige Zustände von Eichen erhält man übrigens zu einer gewissen Zeit sehr leicht, indem man einfach die Carpelle etwas gewaltsam von ihrer Insertionsstelle losreißt. Der untere Theil des Fruchtknotens bleibt alsdann am Blütenboden hängen, während am abgerissenen Theil der Eikern und ein Theil des Funiculus deutlich zu sehen ist.

Das Eichen ist hängend und muss, wie schon erwähnt wurde, als hemianatrop bezeichnet werden, da der Funiculus mehr oder weniger gekrümmt ist; zur Bildung einer Raphe kommt es jedoch nicht. Der convexe Theil des Funiculus ist natürlich, wie sich schon aus der gegebenen Darstellung ergiebt, dem Griffelkanal zugekehrt; in den Funiculus wird ein Gefäßstrang entsendet, der bis dicht an die Chalaza reicht (Fig. 12*b*, *gf*).

Das Eichen besitzt zwei Integumente. Das innere entsteht zuerst; ihm folgt jedoch bald das äußere nach (Fig. 11). Sie bestehen beide im größten Theil ihres Verlaufs nur aus 3 bis 4 ziemlich parallelen Zellschichten. Gegen die Mikropyle hin spaltet sich jedoch die innerste Zellschicht des inneren Integuments mehrfach zur Bildung des Endostoms, während das äußere Integument nur wenige nachträgliche Theilungen seiner innersten Zellschicht erfährt. Schon im unbefruchteten Zustande schließen die Integumente ziemlich eng zusammen. Die Lage und Gestalt des Mikropylenkanals ist sehr verschieden. Bald liegt er genau in der Mittellinie des Eikerns, so dass also die Integumente nach allen Seiten hin gleich stark entwickelt sind, bald neigt er sich mehr oder weniger nach der Bauchfläche

des Carpells zu, so dass also die Integumente auf der Placentarseite des Eichens sich stärker entwickeln, als auf der entgegengesetzten Seite und über die Kernwarze hinübergreifen (Fig. 12 *b*). Letztere tritt übrigens nicht als besondere Erhöhung hervor.

Erst als das Eichen in seiner Entwicklung so weit vorgeschritten war, dass das innere Integument einen Theil des Mikropylencanals gebildet hatte, ist es mir gelungen, einen medianen Längsschnitt durch das Eichen zu machen. Im Eikern war alsdann die Anordnung der Zellen derart, dass auf das frühere Vorhandensein der typischen parallelen Zellreihen geschlossen werden konnte. Bei dem Bemühen, eine Zelle zu entdecken, die wohl dem Embryosack seinen Ursprung geben dürfte, fiel eine größere Zelle auf, welche ziemlich tief in einer der mittleren Zellreihen des Eikerns lag. Es ist wohl anzunehmen, dass dieses die Mutterzelle des Embryosacks war, da fast alle übrigen Zellen des Eikerns etwa einerlei Größe und Gestalt besaßen und nur die jener Zelle anliegenden ein etwas reducirtes Ansehen hatten, indem sie wahrscheinlich von jener verdrängt waren. Leider war eine genauere Verfolgung dieser Verhältnisse nicht möglich, da man bei Herstellung völlig medianer Schnitte durch den Eikern durchaus nur dem Zufall überlassen ist und da mir derselbe fernerhin bei den Zuständen, die auf die vorliegende Frage hätten Licht werfen können, nicht günstig war.

Die Entwicklung des Embryosacks muss sehr rasch erfolgen, da fast plötzlich jeder annähernd median durch das Eichen geführte Schnitt den langen Embryosack deutlich zeigt. Freilich vergrößert sich auch das Eichen zu derselben Zeit bedeutend. Am Scheitel des Kernes wird der Embryosack zur Zeit der Befruchtung nur noch von 3—4 Zellschichten umhüllt, während er nach der Chalaza zu etwa so weit reicht, als das untere Ende der erwähnten, vielleicht als Mutterzelle des Embryosacks anzusehenden Zelle lag.

Kurz vor der Befruchtung hat sich der Protoplasmainhalt des Embryosacks in ein Netzwerk aufgelöst, in dessen Mitte sich ein zwei Nucleoli einschließender Zellkern befindet. Dieses Netzwerk erstreckt sich einestheils nach dem Mikropylenende und hüllt dort die Eizelle mit den beiden Synergiden ein, andererseits nach dem Chalazaende und umschließt dort die 3 länglichen Antipodenzellen.

Zu den verschiedensten Zeiten können übrigens in den weiblichen Blüten Abortivzustände der Carpelle, wahrscheinlich wegen ihres dichten Standes, eintreten; doch auf deren Besprechung will ich nicht näher eingehen. Sie gleichen häufig den spät angelegten, reducirten Carpellen der männlichen Blüten, gerade so wie in den männlichen Blüten in demselben Kreise mit den normalen Antheren solche vorkommen, die vollständig den Staminodien der weiblichen Blüten gleichen. Ich will nicht unterlassen zu erwähnen, dass sich die Carpelle selbst zuweilen nicht schließen, keine

Eichen entwickeln und blattartig verbildet werden, so dass sie leicht bei der Untersuchung ausgebildeter Blüten zu Irrthümern Anlass geben können. Auch bei den Eichen kommen offenbare Abortivzustände vor, indem sich der Funiculus verhältnissmäßig stark verlängert und die Integumente eine bedeutende Größe erhalten, ohne einen Mikropylencanal zu bilden.

D. Entwicklung der Frucht.

Nach der Befruchtung wird der Kern der Eizelle stark lichtbrechend, während die der Synergiden und Antipoden sich auflösen (Fig. 12 *b*). Die Antipodenzellen verschwinden überhaupt sehr bald, die Synergiden persistiren dagegen noch eine längere Zeit. Sie vergrößern sich dabei noch etwas und bekommen einen dichteren Inhalt, verlieren aber häufig ihre scharfen Contouren.

Die Eizelle verwandelt sich bald in einen dreizelligen Vorkeim und zwar, wie es scheint, in der Weise, dass zuerst eine kleinere Endzelle abgeschnitten wird und dass der übrige größere Theil sich durch eine Querwand in zwei Theile theilt (Fig. 13 *a*). Diese Ansicht gewinnt dadurch an Wahrscheinlichkeit, dass die Endzelle einen etwas dichteren Inhalt zeigt als die beiden andern. Nachdem dann unterhalb der Endzelle sich eine, gegenüber den übrigen Zellen ziemlich schmale Zelle (Fig. 13 *b*) abgegliedert hat, beginnt auch die erstere sich zu theilen und zwar habe ich eine schiefe Theilungswand beobachten können (Fig. 13 *c*). Beide entstehende Zellen haben einen gleichmäßig dichten Inhalt und unterscheiden sich dadurch deutlich von den übrigen Zellen des Vorkeims.

Mit der Entwicklung des Vorkeims läuft die Entstehung des Endosperms parallel.

Das Eichen hatte sich während dieser Zeit stark verlängert. Die Integumente waren an den Seiten desselben bis auf ein Minimum resorbirt, während sie an der Mikropyle einen krönchenartigen Anhang bildeten.

Leider war es mir nicht vergönnt, die Entwicklung des Embryos, die erst mit dem zuletzt geschilderten Zustande in ein Stadium getreten war, welches Interesse haben konnte, weiter zu verfolgen, da plötzlich alle Eichen aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands und zwar sowohl von Platanus occidentalis als auch von Pl. orientalis, die ich untersuchte, degenerirt waren. Sämmtliche Zellwände waren dunkelbraun und undurchsichtig geworden. Dabei war das Eichen so reducirt, dass es einem ganz dünnen trockenen Häutchen glich, so dass es unmöglich noch einen Embryo enthalten konnte.

Der entwickelte Embryo wird übrigens von mehreren Autoren abgebildet. Darnach ist er orthotrop und besitzt ziemlich lange Cotyledonen.

Nach der Befruchtung welkt nach und nach der obere Theil des Griffels ab und verschwindet bis auf einen kleinen Rest, der sich noch län-

gere Zeit erhält. Der untere, unmittelbar über dem Ovar liegende Theil desselben verdickt sich sehr erheblich und wird mit zur Fruchtbildung verwandt[1]). Durch den gegenseitigen Druck, den die Früchte aufeinander ausüben, wird dieser Theil des Griffels im Querschnitt mehr oder weniger polygonal. Das Ovarium verdickt sich nicht stark.

Der erwähnte pappusähnliche Anhang, welchen die Früchte zeigen, nimmt seinen Ursprung kurz vor der Befruchtung. Er besteht im Wesentlichen aus mehr oder weniger verzweigten ein- bis vielzelligen Haaren, die einen dichten Protoplasmainhalt besitzen, und den Haaren gleichen, welche sich auf den Kelchblättern und den Antherenkappen finden. Ihre Entstehung aus den Epidermiszellen des unteren Theils der Carpelle habe ich verfolgen können. Diese Zellen verlängern sich etwas und werden in Folge von Theilung der jedesmaligen Endzelle zu mehrzelligen Haaren. Zwischen diesen stehen noch einzellige runde Drüsenhaare, deren Anzahl sehr verschieden sein kann (Fig. 11).

Die Frucht stellt schließlich dadurch, dass sowohl die Wandung des Ovars als auch der noch vorhandene Theil des Griffels knorplig erhärten, eine Achäne dar.

Baillon führt an, der Same reife bei den in Europa gezogenen Bäumen sehr selten. Er geht jedoch offenbar dabei zu weit; denn nach freundlicher brieflicher Mittheilung von Herrn Stein, Inspector des botanischen Gartens in Breslau, reift dort Platanus orientalis, der dort allein gezogen wird, regelmäßig seine Samen[2]), die bis zum Frühjahr hängen und dann abfallend keimen. Nach demselben Gewährsmann sollen sogar in Innsbruck die in Masse auftretenden Keimlinge unter den großen Platanen ein lästiges Unkraut sein und ferner in den schlesischen Baumschulen die Platanen mit Vorliebe aus Sämlingen gezogen werden.

Weitere Mittheilungen hierüber verdanke ich indirect einem Briefe des Herrn Geheimen Kriegsrath A. Winkler in Berlin, welchen derselbe im November 1882 an Herrn Professor Engler in Kiel richtete. Genannter Herr schreibt unter Anderem:

»Die Keimfähigkeit des Platanus-Samens scheint nicht immer die früher angenommene nördliche Grenze inne zu halten.

Professor A. Braun sagte mir einmal, dass in Carlsruhe alljährlich im Frühjahr eine Menge Platanus-Keimlinge unter den alten Bäumen aufspringen, dass der Same aber in Berlin nicht mehr keimfähig werde.

Später wurde der verstorbene Inspector Bouché bei einem Besuche der Pfaueninsel (Potsdam) darauf aufmerksam, dass dort auf einer sumpfi-

---

1) Le Maout und Decaisne a. a. O. geben übrigens eine Abbildung einer reifen Frucht, aus der sich ersehen ließe, dass nur das Ovar die Frucht bildet. Ich will dahin gestellt sein lassen, ob dieses vorkommt.

2) Wohl nur in günstigen Jahren; denn eine Anzahl mir von Herrn Stein gütigst gesandter diesjähriger Fruchtstände weisen keinen einzigen Embryo auf.

gen Stelle, in der Nähe alter Platanen zahlreiche junge Pflanzen standen, dass sich dagegen auf dem trockenen Boden um die alten Bäume keine Spur eines Keimlings fand. Er entnahm also 1878 Samen von den Platanen des botanischen Gartens und ließ ihn im zeitigen Frühjahr 1879 aussäen.

Den Topf fand ich im April vor. Er stand im Erdhause (temperirt), wurde so stark bewässert als die Erde überhaupt Wasser annahm (nicht dass es darüber stand) und erhielt eine Glasscheibe zur Decke. Nachdem die Pflänzchen etwas kräftiger geworden waren, wurde die Glasscheibe entfernt. Zu dem eigentlichen Keimungsprocesse kam ich zu spät. Ich konnte aber die zahlreich aufgegangenen Keimlinge von da an, wie sie über die Erde getreten waren, bis Ende Juni beobachten und in verschiedenen Entwicklungsstufen einlegen.

Hiernach ist es wohl unzweifelhaft, dass der Platanus auch bei uns keimfähige Samen bringt, dass aber die Keimung selbst, welche in einem günstigen Klima mit Leichtigkeit vor sich geht, bei uns nur unter gewissen Bedingungen möglich wird. Vielleicht bedarf es auch besonderer Temperaturverhältnisse, unter denen der Same bei uns die Keimfähigkeit erlangt, so dass nicht alle Jahre darauf zu rechnen ist«.

Ich möchte besonders auch dem letzten Satze, mit welchem Herr Winkler seine schätzbaren Mittheilungen schließt, zustimmen und glaube, dass der Mangel an Embryonen, den ich dieses Jahr vielfach constatiren konnte, durch das in Deutschland in diesem Jahre (1882) während des Monats August herrschende fortdauernde Regenwetter hervorgerufen worden ist.

E. Systematische Stellung der Platanen.

Zum Schluss sei es mir gestattet, auf Grund der neu gewonnenen Einsicht von der Blütenstructur der Platanen die systematische Stellung, welche diese Pflanzen bis jetzt innegehabt haben, zu prüfen und ihnen eventuell eine neue Stellung im System anzuweisen.

Schon Clarke und Baillon, deren Kenntniss der Platanenblüte der Wirklichkeit offenbar noch am nächsten kam, verwerfen es ganz enschieden, sie trotz »ihres rudimentären Perianths«, welches von ihnen noch angenommen wird, in die Nähe der Urticinen und Amentaceen zu stellen, worin ich ihnen vollkommen beipflichten muss, nachdem meine Untersuchungen 2 verschiedene Kreise von Perianthblättern dargethan haben. Eichler lässt sie nur desshalb noch bei den Urticinen, weil sie mit den Artocarpeen namentlich in der Inflorescenz- und Stipularbildung Ähnlichkeit zeigen und weil der Blütenbau auch bei Clarke's Interpretation noch kein deutliches Bild liefert.

Clarke selbst möchte sie in seiner schon im Jahre 1858 erschienenen

Arbeit in die Nähe der Tiliaceen und Aceraceen stellen. Ich vermeide es, diese Ansicht zu discutiren, weil Clarke bei ihrer Vertheidigung hauptsächlich Gründe anführt, die man heutzutage bei der Beurtheilung der Stellung einer Pflanzenfamilie nur in zweiter Linie gelten lässt, wie Neigung zum Diklinismus u. s. w. Außerdem ist man wohl allgemein einig, dass zwischen Aceraceen und Tiliaceen und ferner zwischen diesen und den von Clarke weiter noch als den Platanen nahestehend bezeichneten Phytolaccaceen keine näheren verwandtschaftlichen Beziehungen vorhanden sind.

Im Jahre 1843 hatte Brongniart schon unsere Gattung in die Familie der Hamamelideen vor die Balsamifluae gestellt. Auch Baillon ist in dem im Jahre 1872 erschienenen 3. Bande seiner Histoire des plantes der Meinung, dass diese Stellung eine annähernd richtige ist; allein er möchte die Platanen den genannten Familien selbständig gegenüberstellen. Er rangirt sie daher als eigene Serie in die Reihe der Saxifragaceen ein und betrachtet sie als den am meisten reducirten Typus dieser Reihe. Le Maout und Decaisne schließen sich diesen letzten Autoren im Wesentlichen an.

Ein Blick auf die von mir gegebenen Diagramme der Platanusblüte belehrt uns, dass es sich blos um die Alternative handeln kann, die Platanen zu den Saxifraginen oder zu den Rosifloren zu stellen. Erstens haben, wie erwähnt wurde, Brongniart u. A. gethan, jedenfalls von einem gewissen Taktgefühl geleitet.

Vergleicht man die allgemeine Charakteristik der beiden oben genannten Reihen, wie sie sich z. B. bei Eichler findet, mit den Eigenschaften der Platanen, so ist es unmöglich, eine Entscheidung zu treffen; denn selbst die Neigung zur Apocarpie, die sich bei den Rosifloren meist findet und ein wichtiges Merkmal der Platanenblüte bildet, darf uns nicht ohne Weiteres veranlassen, sie zu jener Reihe zu stellen, da sich dieselbe, wenn auch nicht so häufig, ebenfalls bei den Saxifraginen findet. Ein weiteres Merkmal der Rosifloren und der Platanen, nämlich der Besitz von Nebenblättern, unterscheidet sie ebenfalls nicht stricte von den Saxifraginen, da z. B. die zu letzteren gehörigen Cunoniaceen welche besitzen, während einige Spiraeaceen ihrer entbehren. Die frühere Annahme, dass für die Rosifloren das Fehlen von Albumen charakteristisch sei, während die Saxifraginen solches besitzen, hat bei genauerer Untersuchung aufgegeben werden müssen, und es kann uns also die Berücksichtigung dieses Verhältnisses auch nicht aus der Verlegenheit helfen.

Die Saxifraginen und Rosifloren sind überhaupt, wie schon Eichler und Andere bemerkt haben, nicht scharf von einander zu trennen, da sie durch verschiedene Familien, besonders durch die Spiraeaceen mit einander in Verbindung zu bringen sind. Eine solche Familie stellen nun nach meiner Ansicht die Platanen auch dar, welche ich in die nächste Nähe der Spiraeaceen stellen möchte. Zur Begründung dieser Meinung

habe ich zunächst darzulegen, dass es nicht thunlich ist, die Platanen einer Gruppe jener beiden Reihen direct anzuschließen, und dann werde ich an der Hand der Abhandlung von C. J. Maximowicz [1]) über Spiraeaceen einige Anknüpfungspunkte zwischen dieser Familie und den Platanen aufzufinden versuchen.

Von den eigentlichen Saxifragaceen sind die Platanen ohne Weiteres zu trennen, da jene (nur mit einer Ausnahme einer Gattung der Cunoniaceen) stets mehr oder weniger Neigung besitzen, ein syncarpes Ovar zu bilden. Ähnlich stellt sich ihr Verhältniss in dieser Beziehung zu den Hamamelideen, deren Ovar (nach Eichler) »halbunterständig ist, in der oberen Hälfte wie bei einer Saxifrage apocarp, in der unteren syncarp mit vollständiger Scheidewand und je 1 hängenden, anatrop-apotropen Ovulum per Fach. Frucht eine, durch loculicides Aufspringen vierschnäblige, Kapsel u. s. w.« Ganz abgesehen vom Habitus kann man die Platanen auch bei den Crassulaceen nicht unterbringen; denn dort herrscht auch Neigung, ein syncarpes Gynoeceum mit meist mehreren Eichen zu bilden.

Damit wären die Saxifraginen erschöpft; wenden wir uns nun zu den Rosifloren.

Von den Pomaceen unterscheiden sich die Platanen dadurch, dass bei jenen die Axencupula mit den Carpellen verwächst, von den Rosaceen unter Andern durch die bekannte Function, welche bei diesen das Receptaculum bei der Fruchtbildung übernimmt. Die Fruchtbildung trennt die Platanen auch ohne Weiteres von den Potentilleen (incl. Rubeen), den Pruneen, sowie auch von den Chrysobalaneen, deren gynobasischer Griffel ebenfalls noch einen wesentlichen Unterschied bedingt.

Die Platanen direct zu den Spiraeaceen zu stellen, verbietet die auf gründliche Untersuchungen gestützte Definition, welche Maximowicz von denselben giebt, als Pflanzen mit in alternirende Kreise nahe zusammengerückten, fast immer an Zahl unbestimmten Staubgefäßen mit eingerollter Knospenanlage, von welchen die äußeren stets die längeren sind, mit mehreren Eichen in den aufspringenden Carpellen und meist spärlichem oder fehlendem Endosperm. Diese Merkmale passen fast sämmtlich nicht auf Platanus, allein es kommen bei fast allen Ausnahmen vor, die einen Übergang zu ihm vermitteln.

Wie den Platanen, kommen auch einigen Spiraeaceen köpfchenförmige Inflorescenzen zu. Verkümmerungen von Staubgefäßen und Carpellen kommen bei den echten Spiraeen vor. Die Carpelle sind bei beiden Familien unter einander und von der Kelchröhre frei, stehen beim Blühen tiefer als der Kelchrand und sind den Petalen opponirt. Jedes einzelne Carpell ist in einen ziemlich langen, cylindrischen Griffel mit gestutzter, kaum ver-

---

1) C. J. Maximowicz, Adnotationes de Spiraeaceis in Acta Horti Petropolitani. Tome VI, Fasc. I.

breiterter Narbe verschmälert und wird zu einer knorplig harten Frucht, die bis zum nächsten Frühjahr stehen bleibt. Außer diesen gemeinsamen Merkmalen besitzen sie freilich auch noch tief greifende Unterschiede, die jedoch nicht bedeutender sind als die übrigen Sectionen der Spiraeaceen gegenüber den echten Spiraeen zeigen, wofür ich einige Beispiele anführen will.

Während den letzteren die Nebenblätter fehlen, hat wiederum Physocarpus trockene, häutige, leicht abfallende. Die Neillieae (wozu Physocarpus ebenfalls gehört) und die echten Spiraeen haben epipetale Carpelle, während alle andern Spiraeaceen dieselben den Sepalen opponirt zeigen.

Ferner variirt das Vorkommen von einem oder zwei Integumenten sowohl bei den Saxifraginen und Rosifloren im Allgemeinen, als auch im Speciellen bei den Spiraeaceen. Es kann hieraus kein Schluss auf die verwandtschaftlichen Verhältnisse gezogen werden.

Diese wenigen Andeutungen mögen vorläufig genügen, um meine Ansicht zu begründen.

Dass die Platanen und Spiraeaceen in irgend einer Weise mit einander in Zusammenhang stehen, wird nun endlich durch ihre geographische Verbreitung nicht allein nicht widerlegt, sondern eher noch wahrscheinlich gemacht.

Keine einzige Art der Spiraeaceen (nach der Begrenzung, die ihnen Maximowicz giebt) findet sich in Afrika und Australien. Beiden Welttheilen fehlen auch die Platanen. In Europa sind die Spiraeaceen nur schwach vertreten, die Plataneen nur in Südeuropa. Die Hauptverbreitungsbezirke beider Familien sind Nord-Amerika und Asien. Von der Verbreitung in früheren Perioden sei nur Folgendes erwähnt:

Platanus findet sich in Nord-Amerika schon im Miocen [1]), wie überhaupt schon in der Tertiärzeit in denselben Gebieten, in denen er sich jetzt, freilich in anderer Form wiederfindet [2]). Außerdem fand er sich um diese Zeit auch in Deutschland, wo nach Maximowicz die Spiraeaceen ebenfalls viel häufiger waren als jetzt.

1) A. Engler, Versuch einer Entwicklungsgeschichte der Pflanzenwelt I. p. 5.
2) Ibid. p. 34.

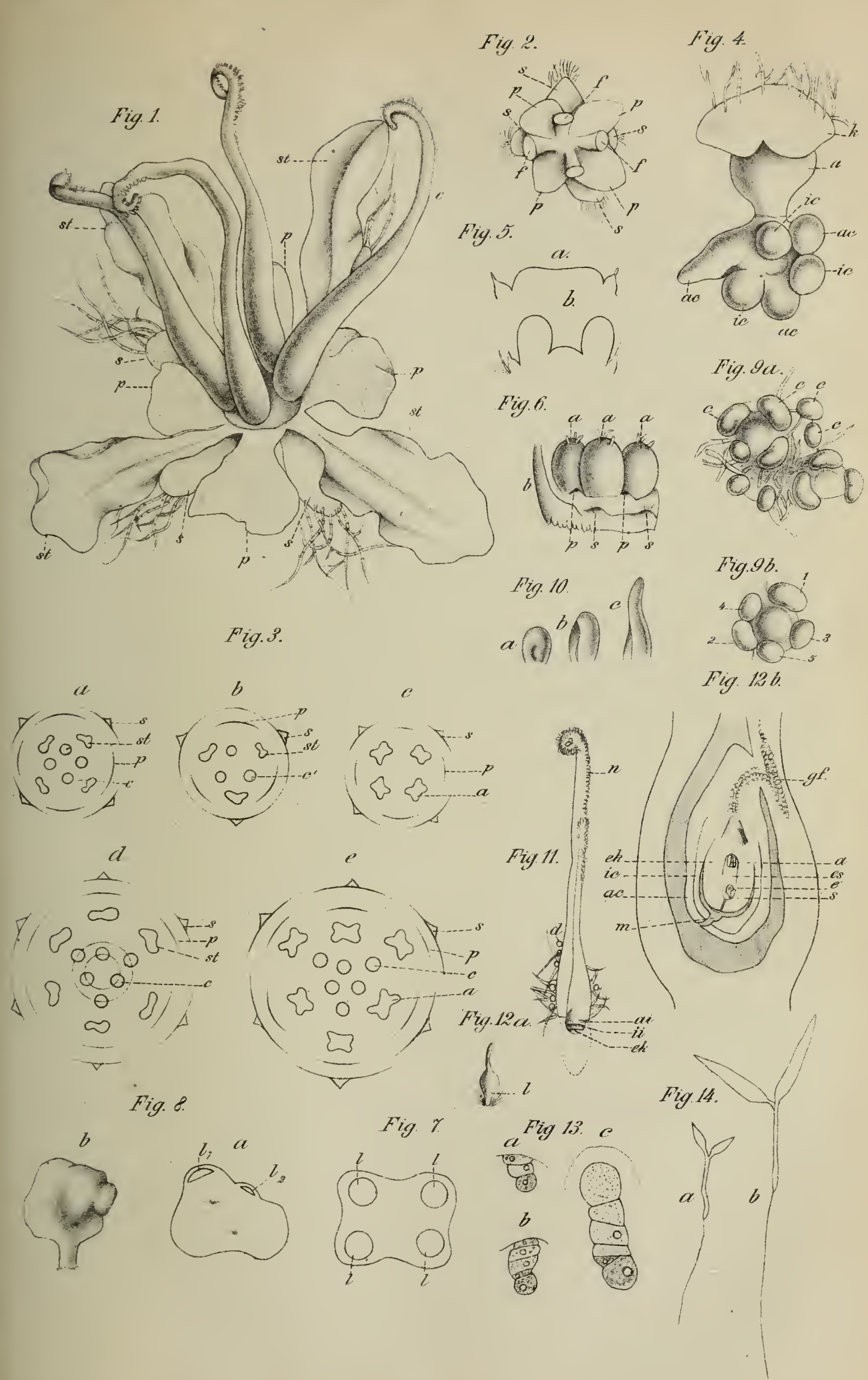


Fig. 1-13 Schonland. Fig. 14 A. Winkler del.

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Lith. Anst. v. J. G. Bach, Leipzig

Erklärung der Abbildungen.

Tafel VI.

Fig. 1. Tetramere weibliche Blüten mit Staminodien.
c Carpelle. *st* Staminodien. *p* Blumenblätter. *s* Kelchblätter.

Fig. 2. Normale tetramere männliche Blüte nach Entfernung der Stamina bis auf ihre Filamente.
f Filamente. *p* und *s* wie vorher.

Fig. 3. a) Empirisches Diagramm einer tetrameren ♀ Blüte mit Staminodien.
b) » » » trimeren scheinbaren Zwitterblüte.
c) » » » tetrameren ♂ Blüte.
d) » » » hexameren ♀ Blüte mit Staminodien.
e) Theoretisches Diagramm einer hexameren Zwitterblüte.
c Carpelle. *c'* reducirte Carpelle. *a* Antheren. *st* Staminodien. *p* Blumenblätter. *s* Kelchblätter.

Fig. 4. Theil einer hexameren, dem Diagramm Fig. 3 *d* entsprechenden scheinbaren ☿ Blüte. Die Kelch- und Blumenblätter, sowie 5 Antheren sind entfernt.
ac u. *ic* erst sehr spät aufgetretene Carpellanlagen in verschiedener Ausbildung; dieselben stehen deutlich in 2 Kreisen.

Fig. 5. Längsschnitte durch Blütenanlagen.
s Anlagen der Kelchblätter.

Fig. 6. Junge männliche Blüte (jedenfalls eine Randblüte, was leider bei der Präparation nicht constatirt wurde, da sie deutlich ein Deckblatt besitzt, welches später bei mittelständigen Blüten nicht wieder aufgefunden wurde).
a Antheren. *p* Blumenblätter. *s* Kelchblätter. *b* Theil eines Deckblattes (des Blütenköpfchens?).

Fig. 7. Querschnitt durch eine Anthere zur Zeit der Tetradenbildung.

Fig. 8. a) Querschnitt durch ein Staminodium, schwach vergrößert. Es sind nur 2 Loculamente *l'* und *l''* vorhanden.
b) Ein ausgebildetes Staminodium.

Fig. 9 a u. b. Junge, rein weibliche Blüten.

Fig. 10 a—c. Carpelle in verschiedener Ausbildung, bevor sie sich schließen.

Fig. 11. Carpell mit Eichen.
n Narbe. *ai* Äußeres Integument des Eichens. *ii* Inneres Integument des Eichens.

Fig. 12. a) Carpell nach der Befruchtung (etwa $^3/_1$). Der durch die Linie *l* abgeschnittene untere Theil desselben entspricht etwa Fig. 12 b.
b) Längsschnitt durch den unteren Theil eines Carpells nach eingetretener Befruchtung.
ek Eikern. *ii* Inneres Integument. *ai* Äußeres Integument. *m* Mikropylencanal. *es* Embryosack. *e* Befruchtete Eizelle. *s* Synergiden. *a* Antipoden. *gf* Gefäßbündel.

Fig. 13. a) 3zelliger Vorkeim.
b) 4zelliger Vorkeim.
c) Vorkeim, bei dem sich die Endzelle getheilt hat.

Fig. 14 a u. b. Keimpflänzchen von Platanus.